Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 5, Dec- Jan 2021, p. 541-553

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۶، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۹، ص.۵۵۳-۵۴۱

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی عملکرد خاک رنگبر حاوی مقادیر افزایش‌یافته اکسیدهای آلومینیوم و منیزیم برخصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن سویا

بهاره خلیق[۱]- مریم قراچورلو[۲*]- پیمانه قاسمی افشار[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۶

چکیده

ناخالصی‌های روغن و ترکیبات رنگی موجود در آن با استفاده از یک جاذب و طی فرآیند رنگبری از روغن خارج می‌شوند. در این تحقیق مقادیر مختلفی از اکسید آلومینیوم و منیزیم به خاک رنگبر تجاری افزوده شد. سپس فعال‌سازی با اسید هیدروکلریک صورت گرفت. رنگبری روغن با افزودن ۲ درصد خاک‌های رنگبر متشکل از درصدهای مختلف سیلیس، اکسیدهای آلومینیوم و منیزیم، اکسیدهای آلومینیوم و منیزیم اسیدی و خاک رنگبر تجاری در مقایسه با نمونه شاهد انجام گرفت. مقدار عدد پراکسید، عدد اسیدی، کلروفیل، کاروتنوئید، رنگ زرد و قرمز و مقادیر مس و آهن نمونه‌های رنگبری شده تعیین گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که جاذب‌های حاوی اکسیدهای آلومینیوم و منیزیم دارای عملکرد یکسان با خاک رنگبر تجاری در کاهش پراکسید نمونه‌های روغن به میزان ۹۶/۳– ۹۸/۹ درصد بودند. استفاده از جاذب حاوی ۹۵ درصد خاک تجاری و ۵ درصد اکسید آلومینیوم اسیدی باعث کاهش ۳۳/۳۳ درصدی اندیس اسیدی شد. جاذب حاوی ۹۰ درصد خاک تجاری و ۱۰ درصد اکسید منیزیم، کلروفیل را به میزان ۶۵/۹۶ درصد کاهش داد. با استفاده از جاذب حاوی ۹۰ درصد خاک تجاری و ۱۰ درصد اکسید منیزیم، کاروتنوئید ۹۳/۴۰ درصد کاهش یافت. جاذب‌های حاوی ۹۵ درصد خاک تجاری و ۵ درصد اکسید آلومینیوم، ۹۵ درصد خاک تجاری و ۵ درصد اکسید منیزیم، ۹۵ درصد خاک تجاری و ۵ درصد اکسید منیزیم اسیدی عملکرد یکسانی مشابه خاک تجاری در کاهش رنگ قرمز داشتند. مس و آهن در نمونه رنگبری شده با جاذب حاوی ۵۰ درصد خاک تجاری و۵۰ درصد اکسید آلومینیوم و جاذب حاوی ۵۰ درصد خاک تجاری و ۵۰ درصد اکسید منیزیم کاهش ۱۰۰ درصدی یافتند. نتایج این پژوهش نشان داد اکسیدهای آلومینیوم و منیزیم می‌تواند عملکرد خاک‌های رنگبر را بهبود دهند به‌طوریکه جاذب‌های حاوی نزدیک به ۵۰ درصد اکسیدهای آلومینیوم و منیزیم نتایج بهتری در رنگبری در مقایسه با جاذب تجاری داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: اکسید آلومینیوم، اکسید منیزیم، خاک رنگبر، رنگبری، روغن سویا

مقدمه

فرآیند رنگبری[۴]روغن‌های خوراکی جهت تولید روغن دارای رنگ روشن و کیفیت قابل قبول حائز اهمیت است. این بهبود رنگ در نتیجه خارج کردن ترکیبات آلی از قبیل کاروتنوئیدها، به‌ویژه بتاکاروتن و گزانتوفیل، همچنین کلروفیل، فئوفیتین و سایر ترکیباتی است که در ایجاد رنگ روغن دخالت دارند. فرآیند رنگبری شامل خارج کردن رنگدانه‌ها، ناخالصی‌ها، فلزات کم مقدار و محصولات اکسیداسیون می‌باشد. حذف این مواد در تصفیه روغن ضرورت دارد زیرا پایداری، ظاهر و کیفیت حسی روغن را ارتقاء می‌دهد (Okolo and Adejumo,2014). فرایند رنگبری به کمک خاک‌های جاذب یک فرآیند فیزیکی تلقی می‌شود و نیروی ایجاد شونده بین ناخالصی‌ها و سطح فعال جاذب، از نوع واندروالسی است (Gupta, 2017). خاک‌های رنگبر فعال متداول ترین جاذب‌ها برای خالص‌سازی و بهبود رنگ چربی‌ها و روغن‌ها هستند و ماده خام اولیه مورد نیاز برای تولید این خاک‌ها بنتونیت[۵] است. فعال‌سازی بنتونیت معمولا با استفاده از اسیدهای معدنی (اسید سولفوریک و اسید هیدروکلریک) و حرارت‌دهی برای چند ساعت انجام می‌شود. فرآیند فعال‌سازی شامل زنجیره‌ای از واکنش‌های شیمیایی است که منجر به پروتونه شدن سطح خاک معدنی و افزایش سطح مخصوص آن می‌شود (Didi *et al.*, 2009; Hussin *et al.*, 2011). پس از اسیدی کردن، سطح خاک وسعت یافته و

۱ و ۲- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد هیدج، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: gharachorlo_m@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v16i5.82266

4 Bleaching
5 Bentonite

تغییرات شیمیایی و یا فیزیکوشیمیایی به‌وجود آمده سبب افزایش قابل توجه قدرت رنگبری خاک می‌شود (عباسی و همکاران، ۱۳۹۳). خاک رنگبر رایج در کارخانجات، خاک طبیعی از جنس سیلیکات آلومینیوم بوده که به منظور افزایش قابلیت جذب سطحی با اسید فعال شده است، این خاک معمولا به میزان ۰/۵ تا ۱درصد روغن مصرفی استفاده می‌شود. در فرآیند رنگبری، خاک رنگبر با روغن مخلوط و پس از اتمام فرآیند رنگبری، خاک رنگبر از روغن جدا می‌شود. به دلیل جذب سطحی بالا، خاک رنگبر می‌تواند حاوی ۲۰ تا ۴۰ درصد روغن باشد که این میزان بالای جذب موجب اتلاف مقدار زیادی روغن می‌شود. از طرف دیگر خاک رنگبر مصرفی به دلیل داشتن روغن، سریع اکسید شده و قابلیت اشتعال پذیری بالایی نیز دارد که همین مسائل موجب شده تا دفع این خاک معضل بسیار بزرگی به‌خصوص در کشورهای صنعتی باشد (شکرچی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). در نتیجه لازم است با بهبود قدرت جاذب‌های مورد استفاده از میزان مصرف این ترکیبات کاسته و راندمان فرآیند را بهبود بخشید. اکسید منیزیم و اکسید آلومینیوم دو جز اصلی موجود در خاک‌های رنگبر هستند. روغن‌های گیاهی نظیر آفتابگردان، سویا، کتان و غیره حاوی رنگدانه‌هایی هستند که در دسته ترکیبات غیرصابونی شونده قرار می‌گیرند. مقدار رنگدانه‌ها در روغن‌های مختلف وابسته به واریته دانه روغنی، شرایط رشد آن و تکنولوژی استخراج روغن گیاهی متفاوت است. میزان رنگ روغن‌ها همواره توسط سازمان‌های تعیین کننده استاندارد به‌عنوان یک پارامتر کیفی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (Prokopov and Mechenov, 2013). بنتونیت یک ماده معدنی است که از مخلوط تعداد زیادی از کانی‌های مختلف درست شده است. کانی اصلی تشکیل‌دهنده ماده معدنی بنتونیت، مونت موریلونیت[1] است. به‌طور معمول در بنتونیت استخراج شده افزون بر مونت موریلونیت کانی‌های غیررسی دیگری مانند کوارتز، فلدسپار، کلسیت، ژیپس و کانی‌های رسی دیگری مانند کائولینیت، ایلیت و غیره یافت می‌شوند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲؛ ناجی و همکاران، ۱۳۸۹). کاربرد هر نوع بنتونیت وابسته به کمیت و کیفیت مونت موریلونیت است. این واحد ساختاری از یک لایه هشت وجهی آلومینیومی قرار گرفته در بین دولایه چهار وجهی سیلیسی تشکیل شده است. در لایه‌های هشت وجهی معمولا یون‌هایی با ظرفیت کمتر مانند Mg^{2+} و Fe^{2+} جایگزین Al^{3+} شده و این جانشینی منجر به عدم توازن الکتریکی می‌شود که در چنین مواردی بار منفی با جذب کاتیون‌های خارجی مانند Na^{+}، K^{+} و Ca^{2+} خنثی می‌گردد. به‌طور کلی جانشینی یک کاتیون در شبکه به‌جای کاتیون دیگر و جذب این کاتیون‌ها منجر به ایجاد خاصیت تعویض‌پذیری کاتیونی بنتونیت‌ها می‌شود. با توجه به خواص مذکور، این کانی قابلیت استفاده به‌عنوان جاذبی موثر در رنگبری روغن‌های خوراکی و صنعتی را دارا می‌باشد (قبادی و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج نشان داده است که تمام جاذب‌ها از اکسیدهای فلزی به‌ویژه اکسید کلسیم، اکسید منیزیم، دی‌اکسید سیلیکون و اکسیدآلومینیوم تشکیل شده‌اند (Ghasemi Afshar *et al.,* 2014). Silva و همکاران (۲۰۱۴)، پس از بررسی تاثیر نوع و میزان خاک رنگبر بر کیفیت نهایی روغن پالم تصفیه شده، خصوصا از نظر پایداری اکسیداتیو و رنگ روغن به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت خاک رنگبر از میزان پراکسیدها کاسته شد، غلظت‌های بالاتر از ۱ درصد خاک رنگبر فعال شده با اسید منجر به حذف کامل پراکسیدها شد ولی در مورد خاک رنگبر طبیعی، حداقل غلظت لازم برابر با ۲ درصد بود. Mauricio و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که رنگبری با مخلوط خاک رنگبر و کربن فعال باعث کاهش رنگ و محصولات اکسیداسیون در روغن ماهی کپور می‌شود. Chakawa و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی از سولفات کلسیم دی هیدرات ($CaSO_4.2H_2O$) به‌عنوان جاذب جهت رنگبری روغن سویای خام استفاده کردند و نشان دادند که ترکیب فوق یک عامل موثر در رنگبری روغن سویا می‌باشد به‌طوریکه با افزایش نسبت وزنی ترکیب مورد استفاده از ۲ تا ۳۰ درصد، رنگ قرمز روغن از ۱۴ تا ۴/۳ واحد لاویباند کاهش یافت. اگرچه اثرگذاری اکسیدهای آلومینیوم و منیزیم به‌عنوان جزئی از ترکیبات خاک رنگبر مشهود می‌باشد اما تاکنون مطالعه‌ای در خصوص اثر افزایش مقدار این ترکیبات در خاک رنگبر بر عملکرد این جاذب‌ها جهت رنگبری روغن انجام نشده است که در این تحقیق مورد توجه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

خاک رنگبر با ترکیب ارائه شده در جدول ۱ از شرکت کانی‌ساز جم و روغن سویای صمغ‌گیری و خنثی‌شده از شرکت روغن نباتی بهشهر تهیه شد. سایر مواد شیمیایی و تجهیزات مورد استفاده در این پژوهش شامل : آب اکسیژنه (Sigma Aldrich، آلمان)، اتانول (بیدستان، ایران)، اسیداستیک گلاسیال، اسید نیتریک، اکسید آلومینیوم، اکسید منیزیم، سیلیکون دی‌اکسید، تیوسولفات سدیم، دی‌اتیل اتر، کلروفرم، معرف فنل فتالئین، نشاسته، هگزان، هیدروکسید پتاسیم، هیدروکلریک اسید، یدیدپتاسیم، از شرکت مرک آلمان تهیه شدند. تجهیزات شامل آون (Memert، آلمان)، اسپکتروفتومتر (Varian، آمریکا)، پمپ خلاء (Emerson، آمریکا)، ترازو (Mettler، آمریکا)، طیف‌سنج اتمی (Varian spectra.200، آمریکا)، لاوی باند (PFX-990، آمریکا)، مایکروویو (Ethos، ایتالیا)، هیت استیرر (Heidolph، آلمان) واقع در مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران مورد استفاده قرار گرفت

1 Montmorillonite

جدول ۱- ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های خاک رنگبر

ترکیب خاک رنگبر(درصد)						
SiO_2	AL_2O_3	Fe_2O_3	CaO	Na_2O	K_2O	L.O.I
۷۳/۹۶	۷/۳۹	۰/۶۱	۱/۳۵	۰/۱۳	۰/۵۱	۱۴

ویژگی‌های خاک رنگبر				
pH	رنگ	چگالی حجمی	رطوبت	اندازه ذرات
۴-۳	سفید- خاکستری	۵۵۰-۴۵۰ گرم بر لیتر	۱۰-۸ درصد	۲۸-۲۲ میکرون

فعال‌سازی اسیدی خاک رنگبر

به‌منظور فعال‌سازی اسیدی خاک‌های رنگبر، نسبت ۱:۳ وزنی/ وزنی اسید هیدروکلریک و خاک رنگبر مخلوط شدند و سوسپانسیون حاصله تحت همزدن حرارت‌دهی شد، سپس با استفاده از آب مقطر تا رسیدن به pH برابر با ۳/۵ رقیق‌سازی صورت گرفت. سپس مخلوط حاصله صاف شد و در آون با دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. خاک خشک شده در نهایت آسیاب شده و از الک با مش ۲۰۰ عبور داده شد و جهت رنگبری روغن استفاده شد (قاسمی افشار، ۱۳۹۳).

رنگبری روغن سویا

۲۰۰ گرم روغن خنثی شده در بالن دو دهانه مجهز به سیستم خلاء، دماسنج و همزن مغناطیسی توزین و سپس خاک‌های رنگبر متشکل از درصدهای مختلف سیلیس، اکسید آلومینیوم، اکسید منیزیم، اکسید آلومینیوم اسیدی، اکسید منیزیم اسیدی و همچنین خاک رنگبر تجاری براساس جدول (۲) به میزان ۲ درصد اضافه شد و پس از برقراری خلاء (۹ mmHg) در دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد و زمان ۳۰ دقیقه همراه با همزدن عمل رنگبری انجام گرفت. سپس حرارت‌دهی متوقف شد و ۳۰ دقیقه دیگر همزدن ادامه یافت و پس از رساندن دمای روغن به ۵۰ درجه سانتی‌گراد، با استفاده از قیف بوخنر، کاغذ صافی واتمن شماره ۴۱ و ارلن خلاء، عمل صاف کردن (۳ مرتبه) تا رسیدن به روغن شفاف انجام شد (قوامی و همکاران، ۱۳۸۷).

اندیس پراکسید

اندازه‌گیری عدد پراکسید به روش یدومتری از طریق تیتراسیون روغن با تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال و مطابق استاندارد AOCS به شماره Cd8-53 انجام شد (AOCS, 2007).

جدول ۲- جاذب‌های مورد استفاده جهت رنگبری

تیمار	خاک رنگبر (٪)	سیلیس (٪)	اکسید آلومینیوم (٪)	اکسید منیزیم (٪)	اکسید آلومینیوم اسیدی (٪)	اکسید منیزیم اسیدی (٪)
۱	-	-	-	-	-	-
۲	۱۰۰	-	-	-	-	-
۳	۵۰	-	۵۰	-	-	-
٤	۵۰	-	-	۵۰	-	-
۵	۵۰	۳۵	۱۰	۵	-	-
٦	۹۵	-	۵	-	-	-
۷	۹۰	-	۱۰	-	-	-
۸	۹۵	-	-	۵	-	-
۹	۹۰	-	-	۱۰	-	-
۱۰	۹۵	-	-	-	۵	-
۱۱	۹۰	-	-	-	۱۰	-
۱۲	۹۵	-	-	-	-	۵
۱۳	۹۰	-	-	-	-	۱۰

اندیس اسیدی

اندیس اسیدی مقدار میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم لازم جهت خنثی کردن اسیدهای چرب آزاد موجود در یک گرم روغن می‌باشد که به روش تیتراسیون با محلول قلیایی در مجاورت محلول فنل فتالئین و مطابق استاندارد AOCS به شماره Cd 3d-63 انجام شد (AOCS, 2007).

اندازه‌گیری کلروفیل

مقدار کلروفیل نمونه‌های روغن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در سه طول موج ۶۳۰ ، ۶۷۰ و ۷۱۰ نانومتر اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه ۱ مقدار کلروفیل مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۹۵۲ محاسبه گردید

$$C = 3/345 \times (A670 - 5/0 \times A630 - 5/0 \times A710) / L \quad (۱)$$

(۱)

که در آن C: محتوای رنگدانه کلروفیل (برحسب میلی‌گرم فئوفتین A/ کیلوگرم روغن)، A: جذب در طول موج‌های مذکور (نانومتر)، L : ضخامت سل اسپکتروفتومتر (میلی‌متر) می‌باشد.

اندازه گیری کاروتنوئید

میزان کاروتنوئید نمونه‌های روغن توسط دستگاه اسپکتروفتومتر با اندازه‌گیری جذب نور محلول روغن در طول موج ۴۵۵ نانومتر و با استفاده از رابطه ۲ مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۶۶۸۶ اندازه‌گیری شد.

$$\text{Carotenoid(mg/kg)} = \frac{A_{470} \times 10^6}{2000 \times 100 \times d} \quad (۲)$$

که در آن A: میزان جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر، ۲۰۰۰: ضریب خاموشی(E_0) برای لوتئین (ترکیب عمده از گروه کاروتنوئید) و d: ضخامت سل (سانتی متر) می‌باشد.

اندازه‌گیری رنگ توسط دستگاه لاوی باند

میزان رنگ زرد و قرمز نمونه‌های روغن با استفاده از دستگاه لاوی باند و مطابق روش AOCS به شماره CC 13c-50 تعیین شد (AOCS, 2007).

تعیین مقدار فلزات مس و آهن

جهت اندازه‌گیری مقدار فلزات مس و آهن، نمونه‌های روغن با اسید نیتریک و آب اکسیژنه مخلوط و به‌منظور هضم اسیدی درون مایکروویو قرار داده شد. غلظت یون‌های مس و آهن موجود در نمونه‌های روغن دستگاه جذب اتمی مدل Varian spectra.200 و مطابق روش AOCS به شماره Ca15-75 اندازه‌گیری شد (AOCS, 2007).

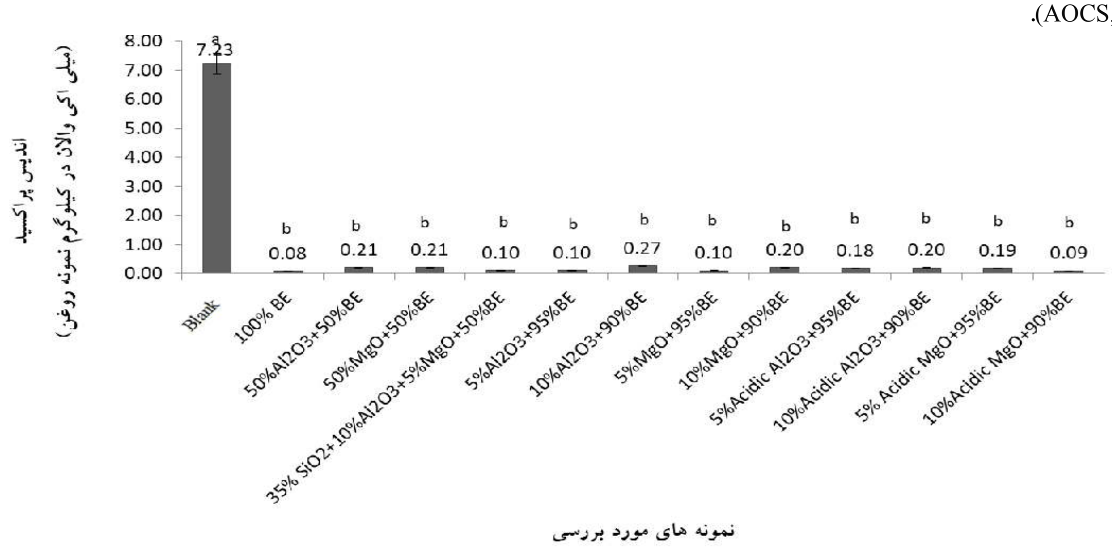
تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمایشات در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام و نتایج با نرم‌افزار SPSS آنالیز گردید. سطح معنی‌داری برای مقایسه میانگین‌ها در تمام آزمون ها ۵ درصد در نظر گرفته شد و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel ۲۰۱۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

اندیس پراکسید

در شکل ۱، تغییرات میانگین اندیس پراکسید روغن سویای رنگبری شده با ۲ درصد وزنی خاک رنگبر متشکل از درصدهای مختلف خاک رنگبر تجاری، سیلیس، اکسید آلومینیوم و اکسید منیزیم، اکسید آلومینیوم اسیدی، اکسید منیزیم اسیدی نشان داده شده است. نمونه شاهد یا بلانک (روغن خام خنثی شده بدون رنگبری) دارای بیشترین میزان اندیس پراکسید (۷/۲۳ میلی‌اکی والان بر کیلوگرم روغن) بود و در تمامی جاذب‌های مورد بررسی، اندیس پراکسید نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت (p<۰/۰۵).



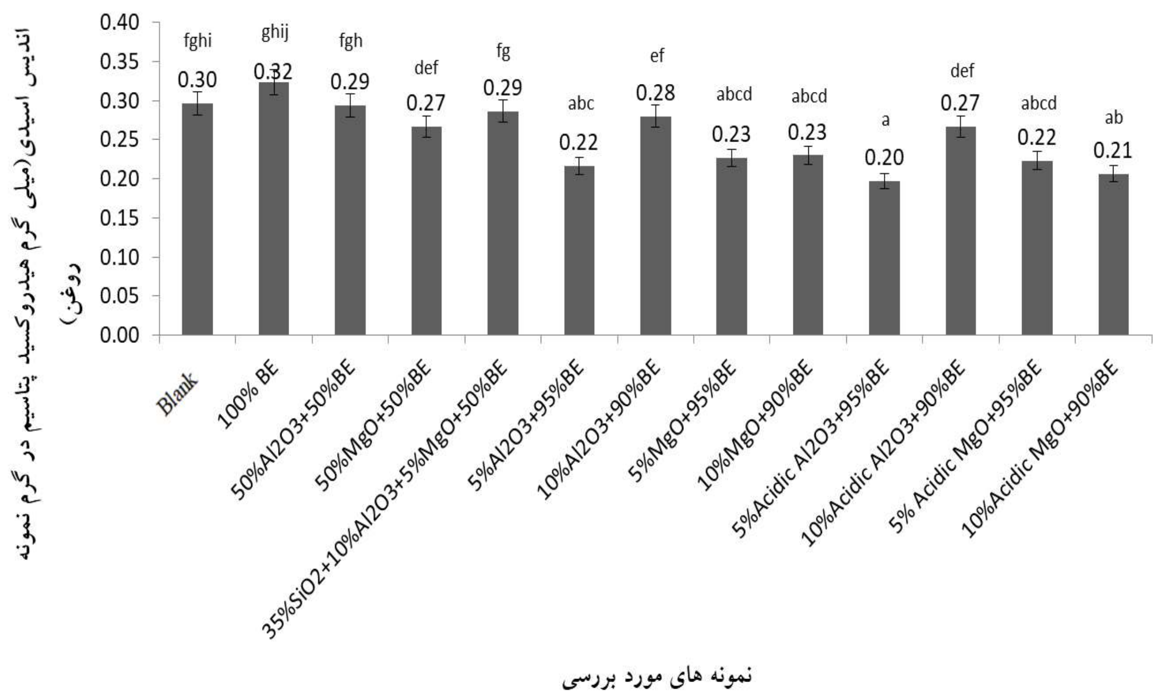
شکل۱- تغییرات میانگین اندیس پراکسید روغن سویا رنگبری شده با جاذب‌های مختلف

* حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (p<۰/۰۵) می‌باشد.

آزمون دانکن میانگین نتایج اندیس پراکسید بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین جاذب‌های مورد استفاده بود که می‌تواند بیانگر عملکرد یکسان جاذب‌های مورد استفاده با خاک رنگبر تجاری در کاهش پراکسید نمونه‌های روغن باشد. میزان اندیس پراکسید در جاذب‌های مورد استفاده نسبت به نمونه شاهد ۹۶/۳– ۹۸/۹ درصد کاهش یافت. قوامی و همکاران (۱۳۸۲)، در بررسی اثر فرآیند تصفیه بر خصوصیات کیفی روغن سویا نشان دادند که رنگبری توسط خاک فعال شده با اسید نقش مؤثری در کاهش اندیس پراکسید در نتیجه جذب پراکسیدها توسط خاک رنگبر دارد. Farhoosh و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی اثر مراحل تصفیه بر اندازه‌گیری اکسیداسیون روغن‌های سویا و کانولا پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد طی رنگبری اندیس پراکسید هر دو روغن کاهش یافت. اندیس پراکسید جهت تعیین غلظت پراکسیدها و هیدروپراکسیدها و نیز رنسیدیتی اکسیداتیو استفاده می‌شود و میزان آن در روغن دارای کیفیت خوب کمتر از ۱۰ میلی‌اکی والان بر کیلوگرم روغن است. نتایج این بررسی در تطابق با یافته های Skevinو همکاران (۲۰۱۲)، بود. آنها گزارش کردند روغن خنثی شده‌ای که با ۱ درصد خاک رنگبر فعال شده با اسید رنگبری شده بود دارای کمترین مقادیر عدد پراکسید بود. Silva و همکاران (۲۰۱۴) تاثیر نوع و میزان خاک رنگبر بر کیفیت نهایی روغن پالم تصفیه شده، خصوصا از نظر پایداری اکسیداتیو را مورد بررسی قرار دادند. دو نوع خاک رنگبر (طبیعی و فعال شده با اسید) در غلظت ۳–۰/۵ درصد مورد استفاده قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد هر دو نوع خاک رنگبر (طبیعی و فعال شده با اسید) در کاهش پراکسید موثر بوده است. همچنین Pourklantar و همکاران (۲۰۱۹)، که به بررسی شرایط مختلف رنگبری پرداخته بودند نشان دادند که با افزایش درصد خاک رنگبر مصرفی در مرحله رنگبری مقادیر عدد پراکسید کاهش یافت. مقادیر کم پراکسید بیانگر آن است که روغن می‌تواند بدون بروز فساد، برای مدت زمان طولانی نگهداری شود. کاهش عدد پراکسید طی رنگبری ممکن است درنتیجه تجزیه پراکسیدها در اثر ماهیت اسیدی سطح خاک رنگبر صورت گیرد (Okolo and Adejumo,2014).

اندیس اسیدی

بر اساس نتایج حاصله در شکل ۲، میزان اندیس اسیدی در نمونه‌های رنگبری شده با جاذب‌های متشکل از ۹۵ درصد خاک رنگبر و ۵ درصد اکسیدآلومینیوم، ۹۵ درصد خاک رنگبر و ۵ درصد اکسید منیزیم، ۹۰ درصد خاک رنگبر و ۱۰ درصد اکسید منیزیم، ۹۵ درصد خاک رنگبر و ۵ درصد اکسید آلومینیوم اسیدی، ۹۵ درصد خاک رنگبر و ۵ درصد اکسید منیزیم اسیدی همچنین ۹۰ درصد خاک رنگبر و ۱۰ درصد اکسید منیزیم اسیدی نسبت به نمونه شاهد و نمونه رنگبری شده با خاک رنگبر تجاری کاهش یافت ($p<0/05$).



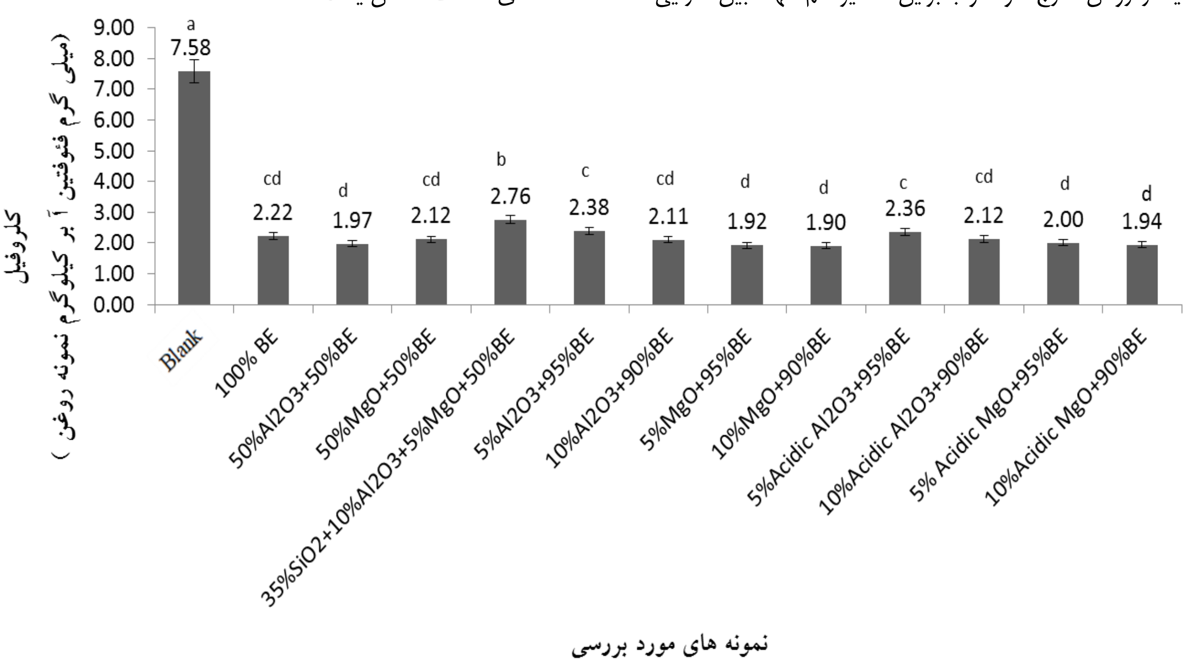
شکل ۲- تغییرات میانگین اندیس اسیدی روغن سویا رنگبری شده با جاذب‌های مختلف

* حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ($p<0/05$) می‌باشد.

به‌طوریکه استفاده از جاذب متشکل از ۹۵ درصد خاک رنگبر تجاری و مقادیر ۵ درصد اکسیدآلومینیوم و ۵ درصد اکسید آلومینیوم اسیدی به‌ترتیب باعث کاهش۳۳/۳۳ و ۲۶/۶۶ درصدی و استفاده از جاذب متشکل از ۹۵ درصد خاک رنگبر تجاری و مقادیر ۵ درصد اکسید منیزیم و ۵ درصد اکسید منیزیم اسیدی به‌ترتیب باعث کاهش ۲۶/۶۶ و ۲۳/۳۳ درصدی اندیس اسیدی گردید. نتایج به‌دست آمده در تأیید نتایج تحقیقات Farhoosh و همکاران (۲۰۰۹)، بود که به بررسی اثر مراحل تصفیه بر اندازه گیری اکسیداسیون روغن‌های سویا و کانولا پرداختند، نتایج پژوهش آنها نشان داد طی رنگبری، اندیس اسیدی هر دو روغن به مقدار فراوانی کاهش یافت. اسیدهای چرب آزاد در نتیجه هیدرولیز تری گلیسیریدها تشکیل می‌شوند و اندازه‌گیری آنها جهت تعیین اکسیداسیون چربی‌ها و روغن‌ها اهمیت دارد. همچنین Pourklantar و همکاران (۲۰۱۹)، که به بررسی شرایط مختلف رنگبری پرداختند، نشان دادند که مراحل رنگبری اثر چندانی بر کاهش مقادیر اسیدهای چرب آزاد نداشته است. اسیدهای چرب جزء ترکیبات نامطلوب هستند که باید از روغن خارج شوند و بنابراین مقادیر کم آنها مبین کارآیی فرآیند تصفیه و کیفیت خوب روغن می‌باشد (Okolo and Adejumo, 2014)

کلروفیل

با توجه به شکل ۳، مقدار کلروفیل در نمونه‌های روغن رنگبری شده با جاذب‌های مورد استفاده نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت (p<۰/۰۵). مقدار کلروفیل در نمونه شاهد ۷/۵۸ میلی‌گرم فئوفیتینA بر کیلوگرم نمونه روغن بود و در نمونه رنگبری شده با خاک رنگبر متشکل از ۹۰ درصد خاک رنگبر تجاری و ۱۰ درصد اکسید منیزیم، به۱/۹۰ میلی گرم فئوفیتین A بر کیلوگرم نمونه روغن رسید و به میزان ۶۵/۹۶ درصد کاهش یافت. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیقات مشابه سایر محققین در این زمینه مطابقت دارد. ناجی و همکاران در سال ۱۳۸۹ به بررسی تأثیر خاک‌های رنگبر مختلف بر کیفیت برخی روغن‌های خوراکی پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد کلروفیل در روغن سویا، کلزا، آفتابگردان و پالم بعد از رنگبری با خاک‌های مختلف کاهش یافت.



شکل ۳- تغییرات میانگین مقدار کلروفیل روغن سویا رنگبری شده با جاذب‌های مختلف

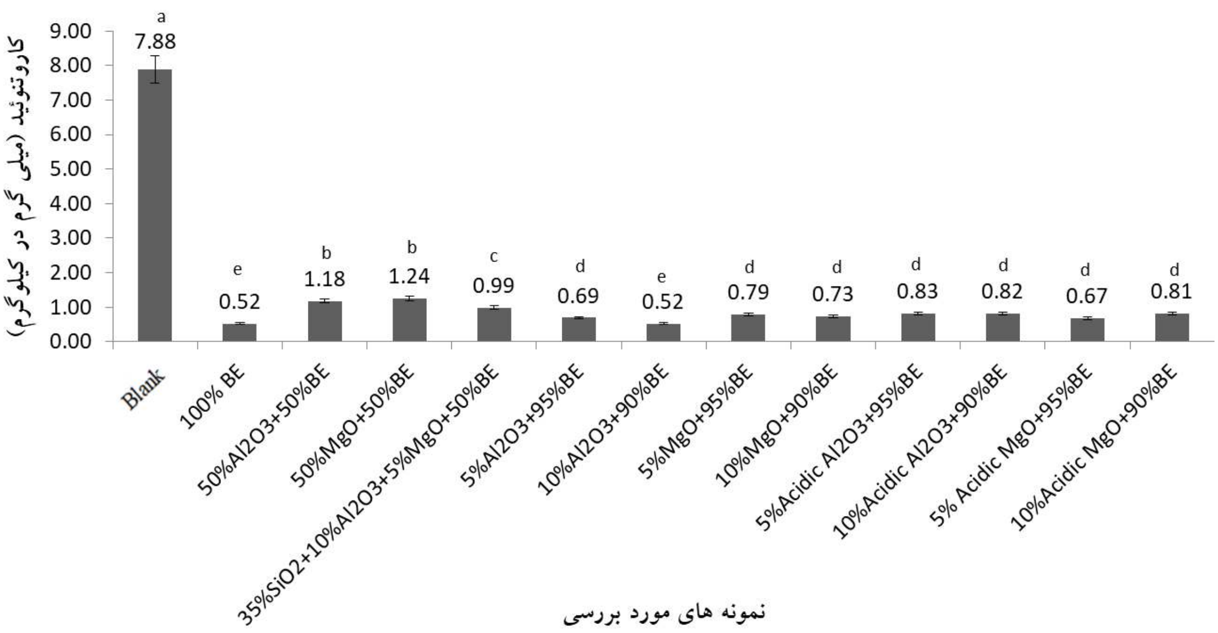
* حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (p<۰/۰۵) می‌باشد.

بر اساس تحقیقات صورت گرفته پیشین، در بین ترکیبات تشکیل‌دهنده خاک رنگبر، در اثر فعال‌سازی اکسید منیزیم با سهولت بیشتری نسبت به بقیه جدا شده در حالی که اکسید آلومینیوم به سختی حل می‌شود. با افزایش غلظت اسید فعال‌سازی، در اثر انحلال، میزان اکسیدهای ساختار هشت وجهی از جمله اکسید آلومینیوم، اکسید منیزیم و اکسید آهن کاهش و نسبت سیلیس افزایش می‌یابد (Hussin *et al.*, 2011). Didi و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی رنگبری روغن کلزا از طریق بهینه‌سازی- فعال‌سازی بنتونیت و مقایسه آن با دیگر خاک‌های رنگبر تجاری موجود در بازار پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد پس از فعال‌سازی محتوی سیلیکا، آلومینا و منیزیا در خاک

رنگبر فعال شده و همچنین میزان کلروفیل پس از رنگبری به میزان قابل توجهی کاهش یافت. Makhoukhi و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی فعال‌سازی اسیدی بنتونیت برای رنگبری روغن‌های گیاهی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد محتوی کلروفیل پس از رنگبری توسط خاک رنگبر فعال شده با اسید به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. گزارش شده است که افزودن اکسید منیزیم می‌تواند فعالیت خاک‌های رنگبری را افزایش دهد (De *et al.*,2009). صانعی و همکاران (۲۰۱۵) پس از رنگبری روغن به‌وسیله سپیولیت فعال شده اسیدی، نشان دادند که میزان کلروفیل و بتاکاروتن از ۱۲/۹۸ و ۳۹/۸۳ در روغن رنگبری نشده به ۴/۰۲ و ۱۸/۸۶ پی‌پی‌ام کاهش یافت. همچنین مشاهده شده است کانی‌های که دارای مقادیر اکسید منیزیم بیشتری در ساختار خود هستند نسبت به انواع دارای محتوی اکسید منیزیم کمتر، پس از استفاده از اسیدهای معدنی، در زمینه رنگبری فعال‌تر عمل می‌کنند (Foletto *et al.*, 2011).

کاروتنوئید

با توجه به شکل۴، مقدار کاروتنوئید در نمونه‌های روغن رنگبری شده با جاذب‌های مورد استفاده نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت(p<۰/۰۵). مقدار کاروتنوئید در نمونه شاهد ۷/۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم نمونه روغن بود و در نمونه رنگبری شده با (خاک رنگبر تجاری) و نیز خاک رنگبر متشکل از (۹۰ درصد خاک رنگبر تجاری و ۱۰ درصد اکسیدآلومینیوم)، به ۰/۵۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نمونه روغن رسید و به میزان ۹۳/۴۰ درصد کاهش یافت. بتاکاروتن به فرم یون‌های کاربونیوم به‌وسیله تشکیل پیوند با سایت‌های لوئیس یا بوسیله تشکیل پیوندهای هیدروژن با جایگاه‌های برونشتد خاک رنگبر فعال به سطح خاک چسبیده و جدا می‌شود (Hussin *et al.*,2011). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیقات مشابه سایر محققین در این زمینه مطابقت دارد. Prokopov و Mechenov (۲۰۱۳) از خاک رنگبر بنتونیت بولگاری جهت فرآیند تصفیه روغن استفاده کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که استفاده از خاک رنگبر منجر به کاهش میزان کاروتنوئیدها شد. Silva و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی اثر خاک رنگبر طبیعی و فعال شده با اسید هر دو در مقادیر ۰/۵، ۱/۵ و ۳ درصد وزنی/ وزنی بر رنگ نهایی روغن پالم تصفیه شده پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد محتوی بتا-کاروتن در هر دو نوع خاک رنگبر و در ۳ درصد وزنی/ وزنی به مقدار قابل توجهی کاهش یافت. افزایش در راندمان کاهش کاروتنوئیدها در نتیجه افزایش جایگاه‌های فعال بر روی بنتونیت می-باشد (Ghasemi Afshar *et al.*,2014). Mauricio و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی خاک رنگبر و کربن فعال را با یکدیگر مخلوط کردند تا مرحله رنگ بری روغن ماهی کپور را بهینه کنند و توانستند کاروتنوئید را تا حد ممکن حفظ کنند. حذف کامل کاروتن‌ها در طول رنگبری ممکن نیست و ضرورت نیز ندارد زیرا این ترکیبات مقاوم به حرارت نیستند و می‌توانند در طول دمای بالای بی بو کردن تجزیه شوند. جذب کاروتنوئیدها توسط خاک رنگبر می‌تواند توسط مکانیسم فیزیکی یا شیمیایی صورت پذیرد (Gibon *et al.*, 2007).

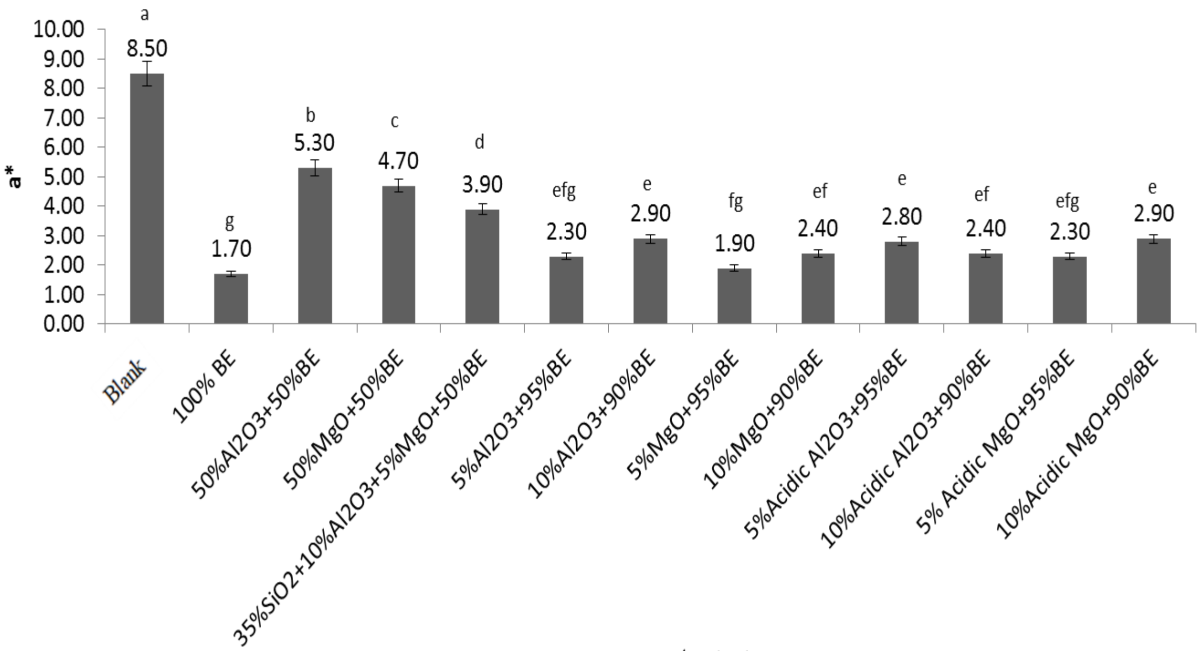


شکل ٤-تغییرات میانگین مقدار کاروتنوئید روغن سویا رنگبری شده با جاذب‌های مختلف

* حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (p<۰/۰۵) می‌باشد.

رنگ

با توجه به شکل ۵، رنگ قرمز در نمونه‌های روغن رنگبری شده با جاذب‌های مورد استفاده نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت (p<۰/۰۵). رنگ قرمز در نمونه شاهد ۸/۵۰ بود و در نمونه رنگبری شده با خاک رنگبر تجاری به ۱/۷۰ رسید و به میزان ۸۰ درصد کاهش یافت. آزمون دانکن میانگین رنگ قرمز بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین جاذب‌های مورد استفاده متشکل از ۹۵ درصد خاک رنگبر تجاری و ۵ درصد اکسید آلومینیوم، ۹۵ درصد خاک رنگبر تجاری و ۵ درصد اکسید منیزیم، ۹۵درصد خاک رنگبر تجاری و ۵ درصد اکسید منیزیم اسیدی با خاک رنگبر تجاری بود که بیانگر عملکرد یکسان جاذب‌های مذکور با خاک رنگبر تجاری در کاهش رنگ قرمز نمونه‌های روغن بود.

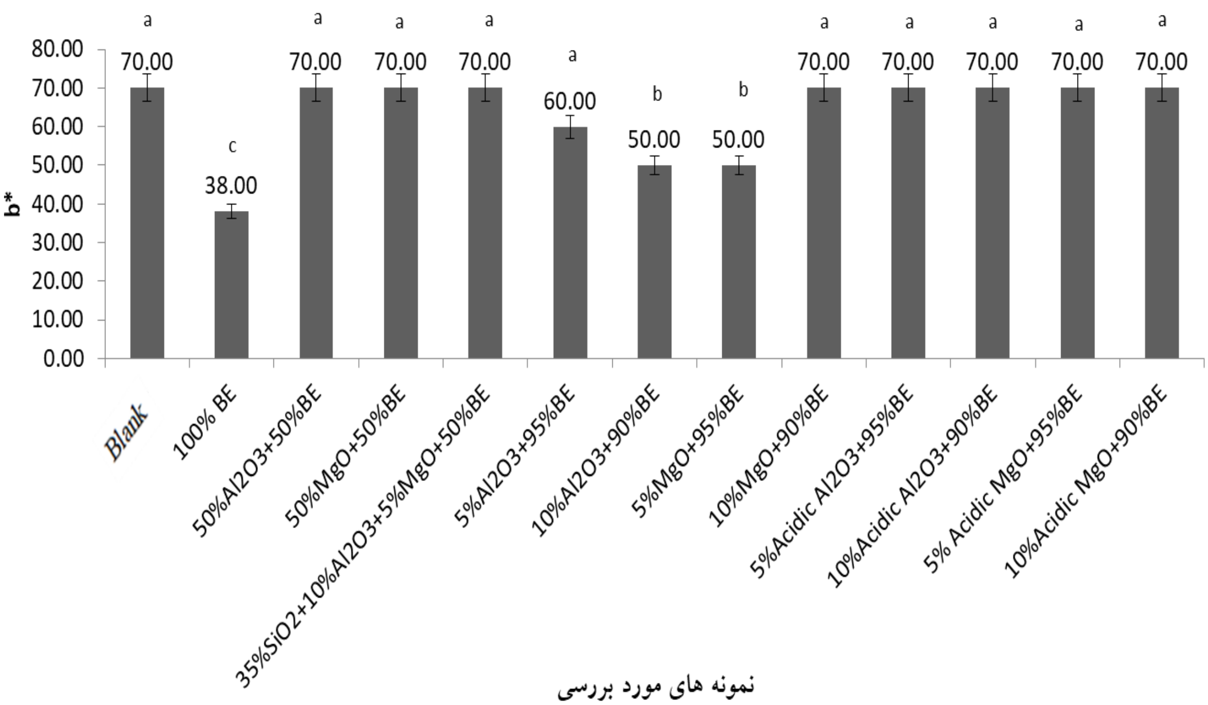


شکل ۵-تغییرات میانگین رنگ قرمز روغن سویا رنگبری شده با جاذب‌های مختلف

* حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (p<۰/۰۵) می‌باشد.

همچنین با توجه به شکل ۶، رنگ زرد در نمونه‌های روغن رنگبری شده با جاذب‌های مورد استفاده (خاک رنگبر تجاری، خاک رنگبر متشکل از ۹۰ درصد خاک رنگبر تجاری و ۱۰ درصد اکسید آلومینیوم و خاک رنگبر متشکل از ۹۵ درصد خاک رنگبر تجاری و ۵ درصد اکسید منیزیم) نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت (p<۰/۰۵). به‌طوریکه میزان رنگ زرد در نمونه شاهد برابر ۷۰/۰۰ بود و در تیمارهای یاد شده به ترتیب به مقادیر ۳۸، ۵۰، ۵۰ واحد لاوی باند کاهش یافت. مقادیر رنگ زرد در سایر نمونه‌های رنگبری شده با نمونه شاهد تفاوت معنی‌دار نداشت. رنگ قرمز و زرد روغن طی مراحل مختلف تصفیه خصوصاً مراحل رنگبری و بوگیری به دلیل جذب ترکیبات رنگی توسط خاک‌رنگبر کاهش می‌یابد و میزان کاهش رنگ روغن طی رنگبری به نوع خاک رنگبری مورد استفاده بستگی دارد (قوامی و همکاران، ۱۳۸۲). همچنین هرچه گروه‌های سیلیسی در خاک رنگبر بیشتر باشند قدرت رنگبری خاک افزایش می‌یابد (Lin and Lin, 2005). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیقات مشابه سایر محققین در این زمینه مطابقت دارد.Kaynak و همکاران (۲۰۰۴) به ارزیابی خصوصیات روغن آفتابگردان در واحد رنگبری کارخانه تصفیه روغن پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد با افزایش دوز خاک رنگبر از ۰/۲ به ۰/۶ درصد، میزان رنگ قرمز لاوی‌باند نسبت به نمونه خنثی شده به میزان قابل توجهی کاهش یافت. قوامی و همکاران در سال ۱۳۸۲ به بررسی اثر فرآیند تصفیه بر خصوصیات کیفی روغن سویا پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد میزان رنگ زرد و قرمز در تصفیه با خاک رنگبر فعال شده با اسید به‌ترتیب ۲۸/۵۷ و ۸۰ درصد کاهش یافت. صانعی و همکاران (۲۰۱۵)، به بررسی فعال‌سازی اسیدی خاک رس سپیولیت به‌منظور رنگبری روغن‌های خوراکی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد سپیولیت فعال شده قدرت رنگبری بیشتری در مقایسه با سپیولیت طبیعی داشت که به دلیل افزایش میزان گروه‌های سیلیسی بود. همچنین میزان رنگ قرمز و زرد پس از رنگبری توسط

خاک رنگبر فعال شده به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Didi *et al.,* 2009). Makhoukhi و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی فعال‌سازی اسیدی بنتونیت برای رنگبری روغن‌های گیاهی پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد میزان رنگ قرمز و زرد پس از رنگبری توسط خاک رنگبر فعال شده با اسید به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. فعال-سازی با اسید سبب تعویض و جایگزینی کاتیون‌های Al^{3+}، Fe^{3+} و Mg^{2+} با H^+ در ساختار هشت وجهی بنتونیت و در نتیجه تغییر درساختار کریستالی و افزایش نواحی سطحی خاک می‌شود (Ajemba and Onukwuli.,2012). Mauricio و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی خاک‌رنگبر و کربن فعال را با یکدیگر مخلوط کردند تا مرحله رنگبری روغن ماهی کپور را بهینه کنند و توانستند رنگ تیره را کاهش دهند، که باعث شد روغن رنگبری شده کیفیت بهتری داشته باشد. حسینی و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی اثر فرایند رنگبری روی خواص فیزیکی و شیمیایی روغن‌های دانه کانولا و آفتابگردان پرداختند. نتایج نشان داد که کاهش قابل توجهی در پراکسید و رنگ‌های قرمز و زرد روغن‌ها ایجاد شد.



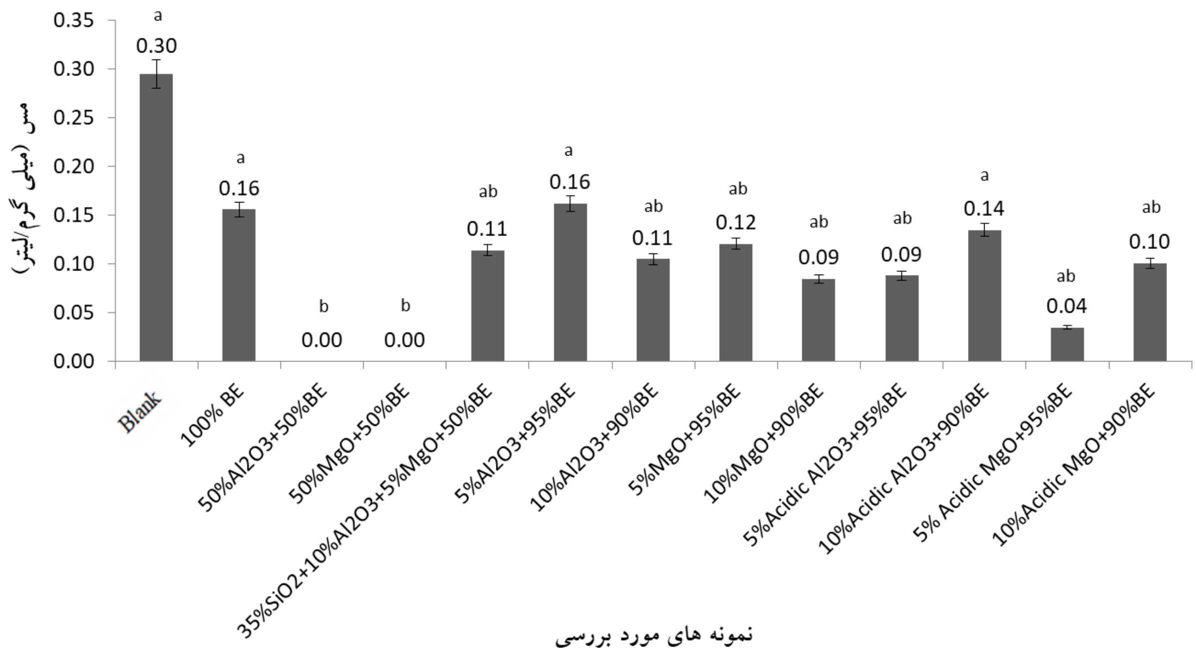
شکل ٦-تغییرات میانگین رنگ زرد روغن سویا رنگبری شده با جاذب‌های مختلف

* حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ($p<0/05$) می‌باشد.

فلزات مس و آهن

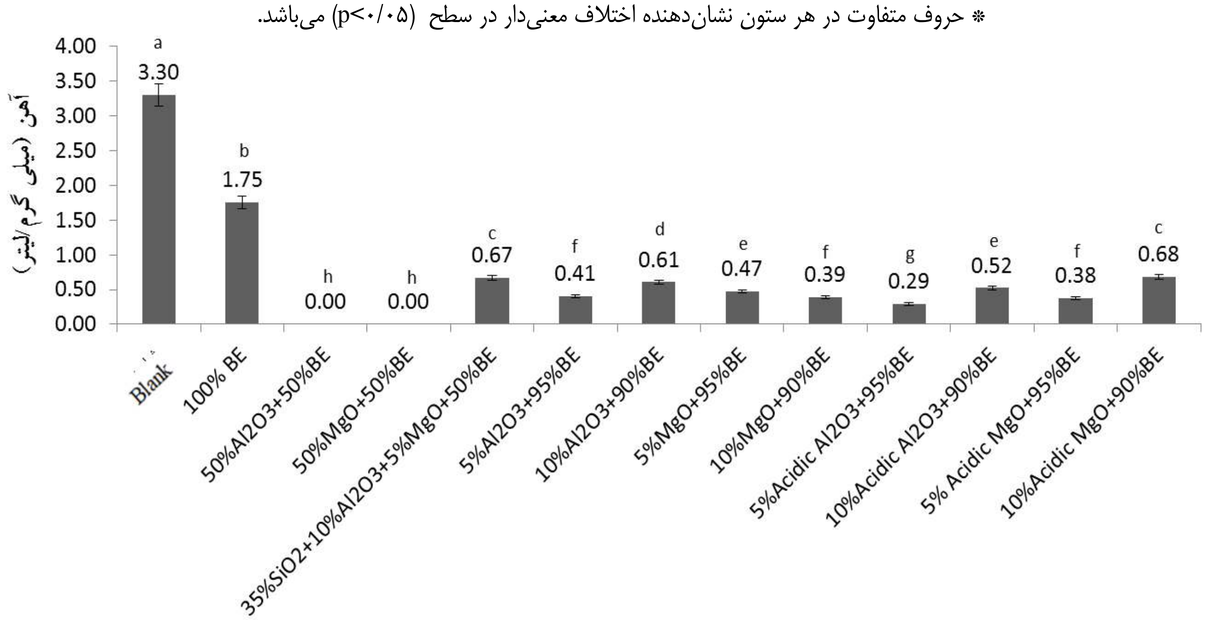
براساس نتایج ارائه شده در شکل ۷، مقدار مس در نمونه شاهد برابر ۰/۳۰ میلی‌گرم بر لیتر بود و مقدار آن در نمونه رنگبری شده با خاک متشکل از (۵۰٪ خاک رنگبر تجاری، ۵۰٪ اکسید آلومینیوم) و خاک متشکل از (۵۰٪ خاک رنگبر تجاری و ۵۰٪ اکسید منیزیم) به صفر رسید ($p<0/05$) و کاهش ۱۰۰درصدی یافت. براساس نتایج ارائه شده در شکل ۸، میزان آهن در نمونه شاهد برابر ۳/۳۰ میلی‌گرم بر لیتر بود و مقادیر آن در تمام نمونه‌های روغن رنگبری شده با جاذب‌های مورد استفاده نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت ($p<0/05$). بیشترین روند کاهش در حضور تیمار متشکل از ۵۰ درصد خاک رنگبر تجاری و ۵۰ درصد اکسید آلومینیوم و تیمار متشکل از ۵۰ درصد خاک رنگبر تجاری و ۵۰ درصد اکسید منیزیم نسبت به نمونه شاهد و نمونه رنگبری شده با خاک رنگبر تجاری بود و میزان آهن به صفر رسید ($p<0/05$) و کاهش ۱۰۰ درصدی یافت. قوامی و همکاران (۱۳۸۲) به بررسی اثر فرآیند تصفیه بر خصوصیات کیفی روغن سویا پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد مقادیر فسفر، مس و آهن طی مراحل مختلف تصفیه خصوصا در حضور خاک رنگبری فعال شده با اسید به مقدار قابل توجهی کاهش یافت. ناجی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی تأثیر خاک‌های رنگبر مختلف بر روی کیفیت برخی روغن‌های خوراکی پرداختند و نتایج این پژوهش نشان داد بعد از رنگبری میزان مس و آهن در روغن کلزا، آفتابگردان و پالم کاهش یافت و تأثیر خاک‌های مختلف مشابه بود. Silva و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی اثر خاک رنگبر طبیعی و فعال شده با اسید هر دو در مقادیر ۰/۵، ۱/۵ و ۳ درصد وزنی/ وزنی بر رنگ نهایی روغن پالم تصفیه شده پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد

محتوی عنصر آهن در هر دو نوع خاک رنگبر و با افزایش مقدار خاک رنگبر به مقدار قابل توجهی کاهش یافت (Makhoukhi *et al.*,2009).



شکل ۷-تغییرات میانگین مقدار مس روغن سویا رنگبری شده با جاذب‌های مختلف

* حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ($p<0/05$) می‌باشد.



شکل ۸- تغییرات میانگین مقدار آهن روغن سویا رنگبری شده متشکل از درصدهای مختلف خاک رنگبر

* حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (**$p<0/05$**) می‌باشد.

نتیجه‌گیری

باتوجه به یافته‌های حاصل از این پژوهش، افزودن اکسیدهای آلومینیوم و منیزیم به خاک رنگبر تجاری در کاهش اندیس پراکسید، عدد اسیدی، کلروفیل، کاروتنوئید، رنگ قرمز و زرد، مس و آهن موثر بود. تفاوت در عملکرد رنگبری جاذب‌های مورد استفاده را می‌توان به ترکیبات تشکیل‌دهنده، اندازه ذرات خاک‌های رنگبر تولیدی، تغییرات ساختاری یا انتخابی بودن فرآیند جذب نسبت داد. لذا با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌شود ویژگی‌های ساختاری جاذب های مورد استفاده و همچنین سایر خصوصیات کیفی روغن سویای رنگبری شده با جاذب‌های مورد استفاده مورد بررسی قرار گیرند.

منابع

Abbasi, R., Gharachorloo, M., Ghavami, M., Asadi, Gh. 2014. Appilication of ultrasonic waves in bleaching of soybean oil and determination of time and temperature for ultrasonic bath. *Iranian Journal of Nutrition Science & Food Technologhy*, 9(2): 75-84.

Ajemba, R.O., Onukwuli, O.D. 2012. Investigation of the Effects of Sulphuric Acid Modification on the Structuralband Bleaching Performance of Ukpor Clay. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 9: 9438-9445.

AOCS. 2007. Official methods and recommended practice of the American oil chemist's society.

Chakawa, D.P., Nkala, M., Hlabangana, N., Muzenda, E. 2019. The use of calcium sulphate dihydrate (CaSO4.2H2O) as a bleaching agent for crude soya bean vegetable oil. *Procedia Manufacturing,* 35, 802–807. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.07.014.

De, B.K., Patel, J. D., Patel, J. B., Patel, V.K., Patel, V.R. 2009. Bleaching of mustard oil with some alternative bleaching agents and acid activated clays. *Journal of Oleo Science*, 58:57-63.

Didi, M.A., Makhoukhi, B., Azzouz, A. Villemin, D. 2009. Colza oil bleaching through optimized acid activation of bentonite. A comparative study. *Applied Clay Science,* 42(3-4): 336-344.

Farhoosh, R., Einafshar, S., Sharayei, P. 2009. The Effect of commercial refining steps on the rancidity measures of soybean and canola oils. *Food Chemistry*, 115: 933-938.

Foletto, E.L., Colazzo G.C., Volzone C., Porto L.M. 2011. Sunflower oil bleaching by adsorption onto acid-activated bentonite. Brazilian Journal of Chemical Engineering, 28(1): 169 – 174.

Ghasemi Afshar, P., Honarvar, M., Gharachorloo, M., Eshratabadi, P., Bazyar, B. 2014. Bleaching of vegteble oils using press mud obtained from sugar industry. *Pelagia Research Library*, 4(1): 677-684.

Ghavami, M., Gharachorloo, M., Ghiassi Tarzi, B. 2008. Laboratory Techniques Oils & Fats. Islamic Azad University-Science and Research Branch, First edition:31-32.

Ghavami, M., Gharachorloo, M., Mahasti, P. 2003. The Effect of purification process on quality characteristics of soybean oil. *Journal of Agricultural Sciences*, 9(3), 55-68.

Ghobadi, M., Yuzbashi, A., Kashani Motlagh, M. 2008. Study on the structural changes occurred during the acid activation of Gharenaz bentonite as bleaching earth. *Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy*, 16(1): 13-20.

Gibon, V., Greyt, D.W., Kellens, M. 2007. Palm oil refining. *European journal of lipid science and technology*, 109(4): 315-335.

Gupta, M. 2017. Practical guide to vegetable oil processing. Elsevier, second edition:54-57.

Hoseini, S.M.S., Sarafi, A., Tahmooresi, M. 2012. Laboratory study of balloon impact on the structure and strength of bentonite dyeing for the production of bleaching soil. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering of Iran*, 32(1): 35-45.

Hussin, F., Aroua, M., Daud, W. 2011. Textural characteristics, surface chemistry and activation of bleaching earth: A review. *Chemical Engineering Journal*, 170(1): 90-106.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2001. Edible oils and fats. Carotenoids determination. ISIRI no 6686[in Persian].

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2001. Edible oils and fats. Chlorophyll determination. ISIRI no 5952[in Persian].

Kaynak, G., Ersoz, M., Kara, H. 2004. Investigation of the properties of oil at the bleaching unit of an oil refinery. *Journal of Colloid and Interface Science*, 280(1):131-138.

Lin, R., Lin, Ch. 2005. Kinetics of adsorption of free fatty acids from water-degummed and alkali-refined soy oil using regenerated clay. *Journal of Separation Purification Technology*, 44: 258-265.

Makhoukhi, B., Didi, M.A., Villemin, D. 2009. Acid activation of bentonite for use as a vegetable oil bleaching agent. Grasasy Aceites, 60(4): 343-349.

Mauricio, L., Monte, M.L., Monte, R.S., Pohndorf, V.T., Crexi and Luiz A.A.P. 2015. Bleaching with blend of bleaching earth and activated carbon reduces color and oxidation products of carp oil. *Lipid science*, 117, 829-836.

Naji, M., Ghavami, M., Lari, A. 2010. The Effect of Different Bleaching Earths on the Quality Edible Oils. Food Technology & Nutrition, 7(4): 5-19.

O'brien, R. 2008. Fats and oils: formulating and processing for applications. CRC press:67-68.

Okolo, J.C., Adejumo, B.A. 2014. Effect of Bleaching on Some Quality Attributes of Crude Palm Oil. IOSR *Journal of Engineering* (IOSRJEN), 4: 25-28.

Pourklantar, S., Asadollahi, S., Ishaq, M.R. 2019. Investigation on Oxidative Stability and Physicochemical Properties of Frying Oil Based On Palm Oil, Soybean Oil and Sunflower Oil under Various Conditions of Bleaching and Deodorizing. FSCT. 2019; 15 (85) :1-11[in Persian].

Prokopov, T., Mechenov, G. 2013. Utilization of spent bleaching earth from vegetable oil processing. *Ukrainian Food Journal,* 2(4):489-498.

Saneei, M., Goli, S.A.H., Keramat, J., Shirvani, M. 2015. Acid activation of sepiolite clay to bleach edible oils. *Journal of Food Resarch*, 25(4): 689-698.

Shokrchizad, H., Goli, S.U.H., Daghighi, H. 2012. Recovery and analysis of residual oil in soap dyes used in soybean oil purification. *Journal of Food Science and Technology of Iran*, 9(1): 104-101.

Silva, S.M., Sampaio, K.A., Ceriani, R., Verhé, R., Stevens, C., Greyt, W.D., Meirelles, A.J.A. 2014. Effect of type of bleaching earth on the final color of refined palm oil. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2): 1258-1264.

Škevin, D., Domijan, T., Kraljić, K., Gajdoš Kljusurić, J., Neđeral, S., Obranović, M. 2012. Optimization of bleaching parameters for soybean oil. *Food Technology and Biotechnoly*. 50(2) 199–207.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 5, Dec- Jan 2021, p. 541-553

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۶، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۹، ص. ۵۵۳-۵۴۱

Physical and chemical properties of soybean oil bleached with bleaching earth containing increased amounts of aluminum and magnesium oxides

B. Khaligh[1], M. Gharachorloo[*2], P. Ghasemi Afshar[3]

Received: 2019.08.02
Accepted: 2019.11.27

Introduction: The impurities of the oil and its pigments are basically removed from the oil by physical adsorption using an adsorbent during the bleaching process. The bleaching process involves the removal of pigments, impurities, metals and oxidation products. Removal of these substances is essential in oil refining because it improves the stability, appearance and sensory quality of the oil. Activated bleaching earth is the most commonly used adsorbent for purifying and improving the color of fats and oils. The bleaching process of edible oils is important for producing light colored oils with acceptable quality. The aim of this study was to evaluate the physical and chemical properties of soybean oil bleached with bleaching earth containing increased amounts of aluminum and magnesium oxides.

Material and Methods: Bleaching earth was purchased from Kanisaz Jam Company. Degummed and neutralized soybean oil was obtained from Behshahr Vegetable Oil Company. Different amounts of aluminum oxide and magnesium oxide were added to commercial bleaching earth. Activation of the adsorbents was performed with hydrochloric acid and oil bleached at 110°C for 30 min under vacuum by adding 2% of adsorbent containing different percentages of silica, aluminum and magnesium oxides. A series of physical and chemical tests such as peroxide value, acid value, chlorophyll content, carotenoid content, yellow and red colors and amounts of copper and iron were then carried out on the neutralized and bleached oils according to the standard methods. All the experiments and/or measurements were carried out in triplicate. Data were statistically analyzed using the Statistical Analysis System software package on replicated test data. Analysis of variance was performed by application of an ANOVA procedure. Significant differences between the means were determined using the Duncan multiple range test.

Result and Discussion: The results of this study showed that the examined adsorbents reduced the peroxide value to 98.9-96.3%. Application of the adsorbents containing 95% commercial bleaching earth - 5% aluminum oxide and 95% commercial bleaching earth - 5% acidic aluminum oxide reduced the acid value by 33.33% and 26.66%, respectively. The amount of chlorophyll in the control sample was 7.58 mg Pheophytin A/kg oil, which reduced 65.66% by using adsorbent containing 90% commercial bleaching earth and 10% magnesium oxide and reached to 1.90 mg Pheophytin A/kg. The amount of carotenoids in the control sample was 7.88 mg/kg. Using the adsorbent containing 90% commercial bleaching earth and 10% magnesium oxide decreased carotenoids up to 93.40%. Adsorbents containing 95% commercial bleaching earth and 5% aluminum oxide, 95% commercial bleaching earth and 5% magnesium oxide, 95% commercial bleaching earth and 5% acidic magnesium oxide and commercial bleaching earth had the same effect on red color reduction. Yellow color in the oil samples treated with commercial bleaching earth, adsorbent consisting of 90% commercial bleaching earth - 10% aluminum oxide, and adsorbent containing 95% commercial bleaching earth - 5% magnesium oxide was reduced and reached to 38, 50 and 50 Lovibond, respectively as compared to the control sample with yellow color of 70.00 Lovibond. Copper and iron decreased 100% by using adsorbents containing 50% commercial bleaching earth and 50% aluminum oxide or 50% commercial bleaching earth and 50% magnesium oxide.

According to our findings, the addition of aluminum and magnesium oxides to commercial bleaching earth was effective in reduction of peroxide value, acid value, chlorophyll, carotenoid, red and yellow color, copper and iron. Also, the results showed that the best adsorbent contain about 50% aluminum and magnesium oxides. Aluminum and magnesium oxides can improve the performance of bleaching earths.

Keywords: Aluminum oxide, magnesium oxide, bleaching earth, bleaching, soybean oil

1. MSc Graduated of the Department of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor of the Department of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor of the Department of Food Science & Technology, Hidaj Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.
(* Corresponding author. E-mail: gharachorlo_m@yahoo.com)